



MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

PUBLIKATIENUMMER : 1007528A3

INDIENINGSNUMMER : 09300970

Internat. klassif. : H04L

Datum van verlening : 25 Juli 1995

De Minister van Economische Zaken,

Gelet op de wet van 28 Maart 1984 op de uitvindingsoctrooien
inzonderheid artikel 22;
Gelet op het Koninklijk Besluit van 2 December 1986, betreffende het aanvragen,
verlenen en in stand houden van uitvindingsoctrooien, inzonderheid artikel 28;

Gelet op het proces-verbaal opgesteld door de Dienst voor Industriële Eigendom op
16 September 1993 te 10u00

BESLUIT :

ARTIKEL 1.- Er wordt toegekend aan : PHILIPS ELECTRONICS N.V.
Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA EINDHOVEN(NEDERLAND)

vertegenwoordigd door : STEENBEEK L., INTERNATIONAAL OCTROOIBUREAU, P.O. Box 220 -
NL 5600 AE EINDHOVEN.

een uitvindingsoctrooi voor de duur van 20 jaar, onder voorbehoud van de betaling van
de jaartaksen voor : TRANSMISSIESYSTEEM MET VERBETERDE EGALISATOR.

UITVINDER(S) : Russell Mark A.; Sluyter Robert J.; Bergmans Johannes W.M., alle drie:
Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL)

ARTIKEL 2.- Dit octrooi is toegekend zonder voorafgaand onderzoek van zijn
octrooieerbaarheid, zonder waarborg voor zijn waarde of van de juistheid van
de beschrijving der uitvinding en op eigen risico van de aanvrager(s).

Brussel, 25 Juli 1995
BIJ SPECIALE MACHTIGING :

WUYTS L
Directeur

"Transmissiesysteem met verbeterde egalisator"

De uitvinding heeft betrekking op een transmissiesysteem omvattende een zender voor het toevoeren van een digitale symbolen representerend signaal aan een kanaal, welk transmissiesysteem is voorzien van een ontvanger voor het ontvangen van een uitgangssignaal van het kanaal, welke ontvanger is voorzien van middelen voor het
5 bepalen van een detectiesignaal uit een combinatie van een hulpsignaal afgeleid uit het ingangssignaal van de ontvanger en een terugkoppelsignaal, van een detector voor het bepalen van gedetecteerde symboolwaarden uit het detectiesignaal en van terugkoppelmiddelen voor het bepalen van het terugkoppelsignaal uit de gedetecteerde symboolwaarden.

10 De uitvinding heeft tevens betrekking op een ontvanger voor een dergelijk systeem.

Een systeem volgens de aanhef is bekend uit het Amerikaanse octrooi-
15 schrift 4,864,590.

Dergelijke transmissiesystemen kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden bij de overdracht van digitale symbolen over het openbare telefoonnet of bij het reconstrueren van digitale symbolen afkomstig van een magnetische band of schijf.

Bij het overdragen van digitale symbolen via een transmissiemedium
20 respectievelijk bij het opslaan van symbolen op een registratiemedium, worden de te verzenden respectievelijk de te registreren symbolen omgezet een signaal dat de digitale symbolen representeert. Dit gebeurt meestal in de vorm van analoge pulsen welke achtereenvolgens worden toegevoerd aan het transmissiemedium respectievelijk het registratiemedium, verder aan te duiden met de term kanaal. Aan de uitgang van het
25 kanaal zijn analoge pulsen aanwezig waaruit de waarde van de verzonden symbolen door middel van een detector bepaald kan worden. De detector kan een eenvoudige comparator omvatten, maar het is ook denkbaar dat de detector als MLSE-detector (Maximum Likelihood Sequence Estimation) is uitgevoerd. Een voorbeeld van een

MLSE-detector is een Viterbi-detector.

Behalve de (gewenste) analoge pulsen is aan de uitgang van het kanaal vrijwel altijd een (ongewenst) ruissignaal aanwezig. Door de aanwezigheid van dit ruissignaal zal de detector af en toe verkeerde beslissingen nemen omtrent de waarde van de verzonden symbolen. De kans op foutieve beslissingen neemt toe naarmate het vermogen van het ruissignaal toeneemt. Sommige kanalen hebben een grotere bandbreedte dan nodig is voor het verzenden van de analoge pulsen en hebben bovendien een spectrale vermogensdichtheid van het ruissignaal die toeneemt met de frequentie. De verhouding van de actuele bandbreedte van het kanaal en de bandbreedte die nodig is voor het verzenden van de analoge pulsen wordt wel de "excess" bandbreedte genoemd. Bij dergelijke kanalen is de signaal-ruisverhouding van het uitgangssignaal van het kanaal lager naarmate de "excess" bandbreedte hoger is. Bij een hoge "excess" bandbreedte zal het transmissiesysteem in het algemeen door de relatief lage signaal-ruisverhouding een relatief hoge kans op foutieve beslissingen vertonen.

Om deze kans op foutieve beslissingen te reduceren, wordt in de ontvanger van het transmissiesysteem volgens het eerder genoemde Amerikaanse octrooischrift het vermogen van het ruissignaal aan de ingang van de detector door middel van een laagdoorlaatfilter gereduceerd. Dit laagdoorlaatfilter dat een begrensde bandbreedte heeft, veroorzaakt dat de ontvangen pulsen elkaar gaan overlappen, hetgeen in veel gevallen er toe zal leiden dat een op een gegeven moment het ingangssignaal van de detector niet alleen afhankelijk is van slechts één enkel datasymbool maar ook van in de tijd naburige symbolen. Dit effect noemt men intersymboolinterferentie. Aanwezigheid van intersymboolinterferentie zal in veel gevallen leiden tot een vergroting van de symboolfoutenkans.

Om de door het laagdoorlaatfilter geïntroduceerde intersymboolinterferentie te reduceren, wordt in het uit het bovengenoemde Amerikaanse octrooischrift bekende transmissiesysteem een beslissingsteruggekoppelde intersymboolinterferentiecompensator gebruikt. Hierin wordt uit gedetecteerde symboolwaarden met behulp van de terugkoppelmiddelen een compensatiesignaal opgewekt. Dit compensatiesignaal wordt van het hulpsignaal aan de uitgang van het laagdoorlaatfilter afgetrokken. Het compensatiesignaal is een schatting van de naijlende intersymboolinterferentie veroorzaakt door het laagdoorlaatfilter. De impulsresponsie van de terugkoppelmiddelen is zodanig gekozen dat het uitgangssignaal gelijk is aan de door het laagdoorlaatfilter veroorzaakte

naijlende intersymboolinterferentie.

In het bekende transmissiesysteem zijn dus twee additionele filters noodzakelijk voor het reduceren van de kans op foutieve beslissingen, waardoor de complexiteit van het transmissiesysteem wordt verhoogd.

5

Het doel van de uitvinding is het verschaffen van een transmissiesysteem volgens de aanhef waarvan de complexiteit is gereduceerd.

10 Hiertoe is de uitvinding gekenmerkt doordat de middelen voor het bepalen van het detectiesignaal voorzien zijn van een pre-detectiefilter voor het afleiden van het detectiesignaal uit de combinatie van het hulpsignaal en het terugkoppelsignaal.

Door een pre-detectiefilter direct voor de detector op te nemen, kan de functie van het laagdoorlaatfilter en een aanzienlijk deel van de functie van de terugkoppelmiddelen met behulp van een enkel filter, zijnde het pre-detectiefilter, worden
15 verkregen.

Om in het bekende transmissiesysteem de door het laagdoorlaatfilter geïntroduceerde intersymboolinterferentie volledig te kunnen compenseren, moet de impulsresponsie van het terugkoppelfilter gelijk zijn aan het naijlende deel van de impulsresponsie van het laagdoorlaatfilter. Dit vereist nauwkeurig gelijke filters,
20 hetgeen bij analoge filters moeilijk te realiseren is. Een additioneel voordeel van het transmissiesysteem volgens de uitvinding is dat deze gelijkheidseisen kunnen vervallen doordat de functies van het laagdoorlaatfilter en het terugkoppelfilter door een enkel filter uitgevoerd worden.

Er wordt opgemerkt dat in het tijdschriftartikel "Decision Feedback
25 Equalisation" door C.A. Belfiore en J.H. Park in Proceedings of the IEEE, Vol. 67, No.8, Augustus 1979, een alternatief transmissiesysteem wordt geopenbaard waarbij een door een terugkoppelfilter gefilterd verschil van het detectiesignaal en het uitgangssignaal van de detector wordt afgetrokken van het detectiesignaal. Deze methode kan opgevat worden als het aftrekken van een voorspelbaar deel van het ruissignaal aan de
30 uitgang van het kanaal van het detectiesignaal alvorens het detectiesignaal aan de detector toe te voeren. Hierbij is ook slechts een enkel filter noodzakelijk. Een eerste nadeel van dit alternatieve transmissiesysteem is dat dit transmissiesysteem niet onder alle omstandigheden realiseerbaar is, zoals in het tijdschriftartikel van Belfiore en Park

wordt uiteengezet. Bovendien is het noodzakelijk dat voor het bepalen van het verschil van het detectiesignaal en het uitgangssignaal van de detector beide signalen een even grote vertraging ondergaan hebben. Dit is bij een analoge implementatie van de ontvanger moeilijk realiseerbaar, waardoor het gebruik van een analoog terugkoppelfilter in het alternatieve transmissiesysteem minder aantrekkelijk is.

Een uitvoeringsvorm van de uitvinding is gekenmerkt doordat de terugkoppelmiddelen een terugkoppelfilter omvatten.

Door in de terugkoppelmiddelen nog een terugkoppelfilter op te nemen is het mogelijk om, behalve de intersymboolinterferentie veroorzaakt door het reduceren van het vermogen van het ruissignaal, ook de intersymboolinterferentie te compenseren die wordt veroorzaakt door een beperkte bandbreedte van het kanaal of door filtering in de zender van de door deze zender uitgezonden pulsen.

Een verdere uitvoeringsvorm van de uitvinding is gekenmerkt doordat de terugkoppelmiddelen zijn ingericht voor het leveren van tenminste twee terugkoppelsignalen, dat de middelen voor het bepalen van het detectiesignaal tenminste twee parallele takken omvatten, waarbij ieder der takken is ingericht voor het combineren van het hulpsignaal en een der terugkoppelsignalen, dat ieder der takken is voorzien van een deel-pre-detectiefilter voor het filteren van de combinatie van het hulpsignaal en het betreffende terugkoppelsignaal, en dat de middelen voor het bepalen van het detectiesignaal voorzien zijn van combinatiemiddelen voor het combineren van de uitgangssignalen van de takken tot het detectiesignaal.

Door het pre-detectiefilter uit te voeren als tenminste twee deel-pre-detectiefilters waarvan de uitgangssignalen gecombineerd worden, en door ieder der ingangssignalen van de deel-pre-detectiefilters te vormen uit het hulpsignaal en een eigen terugkoppelsignaal, wordt een eenvoudige implementatie verkregen voor pre-detectiefilters met een overdrachtsfunctie van een orde hoger dan 1.

De uitvinding zal nu nader toegelicht worden aan de hand van de figuren. Hierin toont:

Fig. 1 een transmissiesysteem volgens de uitvinding;

Fig. 2 een uitvoeringsvorm van een ontvanger voor gebruik in een transmissiesysteem volgens Fig. 1.;

Fig. 3 een verdere uitvoeringsvorm van een ontvanger voor gebruik in een transmissiesysteem volgens Fig. 1;

Fig. 4 een transmissiesysteem volgens de uitvinding dat gebruik maakt van digitale frequentiemodulatie.

5

In het transmissiesysteem volgens Fig. 1 worden te verzenden symboolwaarden a_k toegevoerd aan een zender 2. Een uitgang van de zender 2 is gekoppeld met een ingang van een kanaal 4.

10 Een uitgang van het kanaal 4 is verbonden met een ingang van een ontvanger 6.

De ingang van de ontvanger 6 is verbonden met een eerste ingang van middelen 9 voor het bepalen van het detectiesignaal. Een uitgang van de middelen 9 voor het bepalen van het detectiesignaal is verbonden met een ingang van de detector
15 12. De uitgang van de detector 12 vormt de uitgang van de ontvanger 6, en is tevens verbonden met een ingang van de terugkoppelmiddelen omvattende hier een terugkoppelfilter 14. De uitgang van het terugkoppelfilter 14 met als uitgangssignaal het terugkoppelsignaal is verbonden met een tweede ingang van de middelen voor het bepalen van het detectiesignaal.

20 De eerste ingang van de middelen voor het bepalen van het detectiesignaal wordt gevormd door een eerste ingang van een aftrekschakeling 8, terwijl de tweede ingang van de middelen voor het bepalen van het detectiesignaal gevormd wordt door een tweede ingang van de aftrekschakeling 8. De uitgang van de aftrekschakeling 8 is verbonden met een ingang van een pre-detectiefilter 10. De uitgang van het pre-
25 detectiefilter 10 vormt de uitgang van de middelen voor het bepalen van het detectiesignaal.

In de zender 2 worden de aangeboden symboolwaarden a_k omgezet in pulsen die geschikt zijn om via het kanaal 4 te worden overgedragen. Dit kunnen bijvoorbeeld zogenaamde "full response" pulsen zijn waarbij ieder symbool a_k door een
30 enkele puls wordt gerepresenteerd, maar het is ook denkbaar dat zogenaamde "partial response" pulsen gebruikt worden waarbij ieder symbool a_k door meer dan een puls gerepresenteerd wordt.

Van het ontvangen signaal $r(t)$ wordt door de aftrekschakeling 8 het terug-

koppelsignaal afkomstig van het terugkoppelfilter 14 afgetrokken. Door het pre-detectiefilter 10 wordt uit het uitgangssignaal van de aftrekschakeling 8 het detectiesignaal afgeleid. De overdrachtsfunctie van het pre-detectiefilter wordt zodanig gekozen dat de reeks van momentane waarden van de ruiscomponent aan de ingang van de detector 12 op de beslissingstijdstippen van deze detector 12 een wit ruissignaal is, terwijl de overdracht van het terugkoppelfilter 14 wordt bepaald door de intersymboolinterferentie die door het kanaal 4 wordt geïntroduceerd. Op de dimensionering van pre-detectiefilter 10 en het terugkoppelfilter 14 wordt in later te bespreken uitvoeringsvormen van de uitvinding nader ingegaan.

10 In het transmissiesysteem volgens Fig. 2 worden de te verzenden symboolwaarden als NRZ pulsen toegevoerd aan een ingang van een zendfilter 50. De uitgang van het zendfilter 50 is verbonden met een ingang van een FM modulator 52. De uitgang van de FM demodulator 52 vormt tevens de uitgang van de zender 2, en is verbonden met de ingang van het kanaal 4. De uitgang van het kanaal 4 is verbonden met een ingang van de ontvanger 6.

In de ontvanger 6 wordt het ingangssignaal van de ontvanger toegevoerd aan een banddoorlaatfilter 54. De uitgang van het banddoorlaatfilter 54 is verbonden met de ingang van een FM-demodulator 56. De uitgang van de FM-demodulator 56 is verbonden met een eerste ingang van een aftrekschakeling 58. De uitgang van de aftrekschakeling 58 is verbonden met een eerste ingang van het pre-detectiefilter, zijnde hier een analoog eerste orde laagdoorlaatfilter 60. De uitgang van het laagdoorlaatfilter 60 is verbonden met een ingang van een detector 62. De middelen voor het bepalen van het detectiesignaal worden gevormd door de aftrekschakeling 58 en het laagdoorlaatfilter 60. De uitgang van de detector is verbonden met een eerste ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 66. Aan een tweede ingang van de vermenigvuldigingsschakeling 66 wordt een constante waarde α toegevoerd. De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 66 is verbonden met een tweede ingang van de aftrekschakeling 58. De terugkoppelmiddelen worden hier gevormd door de vermenigvuldigingsschakeling 66.

In de zender 2 worden de NRZ pulsen die de symboolwaarden a_k representeren gefilterd door het zendfilter 50. Dit filter is een 5^e orde Besselfilter met een afsnijfrequentie die gelijk is aan de halve symboolfrequentie. Door dit filter wordt de bandbreedte van het te verzenden signaal beperkt. In de FM modulator 52 wordt het uitgangssignaal van het zendfilter 50 op een draaggolf gemoduleerd door middel van

frequentiemodulatie. De frequentiezwaai van het FM signaal is gelijk aan $0.35 \cdot f_s$, waarin f_s de symboolfrequentie is, hetgeen leidt tot een modulatie-index η van 0.5. Het zendfilter heeft bij benadering een Gaussische overdrachtsfunctie waardoor het uitgezonden signaal bij benadering een GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) signaal is.

- 5 In de ontvanger 6 wordt het ontvangen signaal gefilterd met behulp van het banddoorlaatfilter 54. Dit banddoorlaatfilter heeft een bandbreedte van $1.8 \cdot f_s$ en is heeft een doorlaatkarakteristiek die verkregen wordt door laagdoorlaat-banddoorlaat transformatie van een 5^e orde Bessel filter. Het FM signaal wordt door de FM-demodulator 56 gedemoduleerd, waarna het verschil tussen het uitgangssignaal van de FM-
- 10 demodulator 56 en het terugkoppelsignaal wordt gefilterd met behulp van het laagdoorlaatfilter 60. Het laagdoorlaatfilter 60 heeft een afsnijfrequentie van $0.05 \cdot f_s$. Aan de uitgang van het filter 60 is het detectiesignaal beschikbaar. Omdat het uitgangssignaal van de FM-demodulator 56 een ruiscomponent heeft met een vermogensspectrum dat kwadratisch toeneemt met de frequentie (tot aan een zekere maximale frequentie) en dat
- 15 het laagdoorlaatfilter 60 een vermogensoverdrachtsfunctie heeft die boven de afsnijfrequentie kwadratisch afneemt met de frequentie, wordt aan de ingang van de detector 62 een detectiesignaal met een nagenoeg witte ruiscomponent verkregen (eveneens tot aan een zekere maximale frequentie).

- In Fig. 3 is de bijdrage van een enkele ontvangen puls aan de ingang van
- 20 de ontvanger aan het detectiesignaal als functie van de tijd getekend. Hieruit is duidelijk zichtbaar dat het laagdoorlaatfilter 60 een aanzienlijke hoeveelheid intersymboolinterferentie introduceert. De detector 62 neemt beslissingen op tijdstippen $k \cdot T$ over de op deze tijdstippen ontvangen symboolwaarden. Deze symboolwaarde wordt gedurende een tijd T aan de uitgang van de detector 62 vastgehouden. Het uitgangssignaal van de
- 25 detector 62 ten gevolge van de puls volgens Fig. 3 is getekend in Fig. 4. Dit uitgangssignaal wordt via de vermenigvuldigingsschakeling 66 en de aftrekschakeling 58 eveneens aan het laagdoorlaatfilter 60 toegevoerd. De bijdrage van het uitgangssymbool \hat{a}_x van de detector aan het uitgangssignaal van het laagdoorlaatfilter 60 is getekend in Fig. 4. Het uiteindelijke detectiesignaal zal gelijk zijn aan het verschil van de signalen
- 30 volgens Fig. 3 en volgens Fig. 4. Dit detectiesignaal is getekend in Fig. 6. De waarde van α moet zodanig gekozen worden dat de signalen volgens Fig. 3 en Fig. 5 elkaar voor tijdstippen $t \geq 3T$ opheffen. Dit opheffen is mogelijk omdat de puls volgens Fig. 3 voor tijdstippen $t \geq 3T$ benaderd kan worden als een exponentiële functie van de tijd.

- Omdat de bijdrage van het uitgangssignaal van de detector tot het detectiesignaal vanaf $t \geq 3T$ ook een soortgelijke, maar in tijd verschoven exponentiële functie is, kan door juiste schaling door middel van α de waarden van beide exponentiële functies voor $t \geq 3T$ gelijk gemaakt worden. Hierdoor is een ideale compensatie van de door het
- 5 laagdoorlaatfilter geïntroduceerde intersymboolinterferentie mogelijk. Om op deze wijze de intersymboolinterferentie veroorzaakt door het kanaal 4 en het laagdoorlaatfilter 60 te kunnen compenseren moet in het algemeen gelden:

$$(h*w)(t) - (g*w)(t-mT) = 0 \quad t \geq mT \quad (1)$$

- Hierin is h de impulsresponsie van het kanaal, w de impulsresponsie van het pre-detectiefilter, g de impulsresponsie van de terugkoppelmiddelen, T de symboolperiode,
- 10 * de convolutieoperator en m het aantal monsters van de impulsresponsie van het kanaal dat benut wordt voor de detectie van een symboolwaarde \hat{a}_k . Indien de impulsresponsie van het kanaal kan benaderd worden met $\delta(t)$, gaat (1) over in:

$$w(t) - (g*w)(t-mT) = 0 \quad t \geq mT \quad (2)$$

Als $w(t)$ een exponentiële functie $c \cdot e^{-t/\tau} \cdot U(t)$ is, en $g(t)$ causaal is, gaat (2) over in:

$$c e^{-\frac{t}{\tau}} - c \int_0^{t-mT} g(\theta) e^{-\frac{t-mT-\theta}{\tau}} d\theta = 0 \quad t \geq mT \quad (3)$$

(3) kan uitgewerkt worden tot:

$$\int_0^{t-mT} g(\theta) e^{-\frac{\theta}{\tau}} d\theta = e^{-\frac{mT}{\tau}} \quad (4)$$

- 15 Uit (4) is te zien dat de oplossing $g(t) = e^{-mT/\tau} \cdot \delta(t)$ voldoet aan (4). Dit betekent dat de constante factor α in de terugkoppelmiddelen 66 gelijk moet zijn aan $e^{-mT/\tau}$. Indien de detector 62 een comparator omvat zal de waarde van m gelijk zijn aan 1, maar indien een Viterbi-detector gebruikt wordt kan m met voordeel groter gekozen worden dan 1 omdat de Viterbi-detector dan een deel van de energie in het naijlende stuk van de
- 20 impulsresponsie van het laagdoorlaatfilter 60 kan benutten.

In de ontvanger 6 volgens Fig. 7 wordt het ingangssignaal toegevoerd aan de middelen 9 voor het bepalen van het detectiesignaal. De uitgang van de middelen 9

- voor het bepalen van het detectiesignaal is verbonden met een ingang van de detector 12 en met een eerste ingang van een aftrekschakeling 18. De uitgang van de detector 12 vormt de uitgang van de ontvanger en is tevens verbonden met een ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 17 en met een ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 15. De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 15 is verbonden met een tweede ingang van de aftrekschakeling 18 en met een ingang van een vertragingselement 23 met een vertragingstijd T. De uitgang van het vertragingselement 23 is verbonden met een eerste ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 19, een eerste ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 21 en met een ingang van een vertragingselement 22. De uitgang van het vertragingselement 22 is verbonden met een eerste ingang van een aftrekschakeling 25. De uitgang van de aftrekschakeling 25 is verbonden met een tweede ingang van de middelen 9 voor het bepalen van het detectiesignaal. De terugkoppelmiddelen worden gevormd door de vertragingselementen 22 en 23 en door de vermenigvuldigingsschakeling 21 en de aftrekschakeling 25.
- De uitgang van de aftrekschakeling 18 is verbonden met een tweede ingang van de vermenigvuldigingsschakeling 17 en met een tweede ingang van de vermenigvuldigingsschakeling 19. De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 17 is verbonden met een ingang van een inverterende integrator 16, waarvan de uitgang weer verbonden is met een tweede ingang van de vermenigvuldigingsschakeling 15.
- De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 19 is verbonden met een ingang van een integrator 20. De uitgang van de integrator 20 is verbonden met een tweede ingang van de vermenigvuldigingsschakeling 21. De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 21 is verbonden met een tweede ingang van de aftrekschakeling 25.
- De ontvanger volgens Fig. 7 is ingericht voor een kanaal met een zogenaamde klasse IV partial response overdracht. Voor de tijddiscrete impulsresponsie van dit kanaal kan bij een bemonsterperiode die gelijk is aan het symboolinterval geschreven worden $q(k) = \delta(k) - \delta(k-2)$, waarin $\delta(k)$ de Kronecker delta functie is. Indien aangenomen wordt dat de ruiscomponent in het ingangssignaal van de ontvanger kwadratisch toeneemt met de frequentie, hetgeen bij magnetische registratiekanalen veelal het geval is, kan voor het pre-detectiefilter 10 een eerste orde laagdoorlaatfilter gekozen worden, teneinde een detectiesignaal te verkrijgen waarvan de aanwezige ruiscomponent wit is.

Voor de tijddiscrete impulsresponsie van het pre-detectiefilter 10 geldt dan:

$$w(k) = (1 - \alpha)^k \cdot U(k) \quad (5)$$

In (5) is α een maat voor de tijdconstante van het laagdoorlaat filter, en is $U(k)$ de eenheidsstapfunctie die gelijk is aan 0 voor $k < 0$ en gelijk is aan 1 voor $k \geq 0$.

- 5 Voor de tijddiscrete impulsresponsie $q'(k)$ van de combinatie van kanaal en pre-detectiefilter wordt dan gevonden:

$$q'(k) = (1 - \alpha)^k \cdot U(k) - (1 - \alpha)^{k-2} \cdot U(k-2) \quad (6)$$

Van de impulsresponsie volgens (6) moeten alle waarden voor $k > 0$ door de combinatie van het terugkoppelfilter 14 en het pre-detectiefilter 10 geëlimineerd worden. De impulsresponsie van de combinatie van het terugkoppelfilter 14 en het pre-detectiefilter 10 moet dan gelijk zijn aan:

$$h'(k) = (1 - \alpha)^k \cdot U(k-1) - (1 - \alpha)^{k-2} \cdot U(k-2) \quad (7)$$

(7) kan ook geschreven worden als:

$$h'(k) = (1 - \alpha) \cdot (1 - \alpha)^{k-1} \cdot U(k-1) - (1 - \alpha)^{k-2} \cdot U(k-2) \quad (8)$$

(8) kan beschouwd worden als de responsie van het pre-detectiefilter 10 op een signaal dat gelijk is aan:

$$f(k) = (1 - \alpha) \cdot \delta(k-1) - \delta(k-2) \quad (9)$$

Dit betekent dat de tijddiscrete impulsresponsie $h(k)$ van het terugkoppelfilter gelijk moet zijn aan $(1 - \alpha) \cdot \delta(k-1) - \delta(k-2)$.

Indien het pre-detectiefilter 10 als tijddiscreet filter is uitgevoerd en tevens de amplitude van het ingangssignaal van de aftrekschakeling 8 nauwkeurig bekend is (bijvoorbeeld door het toepassen van een AGC versterker), kan de coëfficiënt van de vermenigvuldigingsschakeling 21 eenvoudig gelijk gekozen worden aan $1 - \alpha$. Indien het pre-detectiefilter 10 als analoog filter wordt uitgevoerd of indien de amplitude van het ingangssignaal van de aftrekschakeling 8 niet nauwkeurig bekend is, is de constante α eveneens niet nauwkeurig bekend. In dat geval is het wenselijk om het terugkoppelfilter als adaptief filter uit te voeren dat de juiste waarde van de vermenigvuldi-

gingsscoëfficiënt uit het detectiesignaal en de gedetecteerde symbolen bepaalt. In de ontvanger 6 volgens Fig. 6 is het terugkoppelfilter adaptief uitgevoerd. Bovendien is in de ontvanger een adaptief systeem aanwezig om de ontvanger correct te laten werken bij verschillende amplitudes van het detectiesignaal.

5 Er wordt van uitgegaan dat aan de ingang van het vertragingselement 23 een gereconstrueerd detectiesignaal aanwezig is dat de gedetecteerde symboolwaarden representeert en dat een amplitude heeft die gelijk is aan de amplitude van het detectiesignaal. Aan de uitgang van de aftrekschakeling 18 is een signaal aanwezig dat evenredig is met het verschil tussen het gereconstrueerde detectiesignaal en het actuele
10 detectiesignaal. Met behulp van de vermenigvuldigingsschakeling 19 wordt de correlatie bepaald tussen het verschilsignaal $e(k)$ en de waarde van het gereconstrueerde detectiesignaal. Indien de coëfficiënt $(1-\alpha)$ een correcte waarde heeft, zal de correlatie tussen het verschilsignaal $e(k)$ en het gereconstrueerde detectiesignaal gelijk zijn aan nul. Het uitgangssignaal van de integrator 20 dat de waarde van $(1-\alpha)$ representeert behoudt dan
15 zijn huidige waarde. Is de waarde van $(1-\alpha)$ te klein, dan wordt de door het pre-detectiefilter 10 geïntroduceerde intersymboolinterferentie slechts ten dele gecompenseerd door het terugkoppelsignaal. Er is dan een correlatie aanwezig tussen het verschilsignaal $e(k)$ en het gereconstrueerde detectiesignaal $\hat{a}'(k-1)$. Het uitgangssignaal van de vermenigvuldigingsschakeling 19 is een maat voor deze correlatie. Bij een te
20 kleine waarde van $(1-\alpha)$ zal het uitgangssignaal van de vermenigvuldigingsschakeling 19 gemiddeld positief zijn. Hierdoor zal het uitgangssignaal van de integrator toenemen totdat de correlatie tussen $e(k)$ en het gereconstrueerde detectiesignaal gelijk is aan nul.

Is de waarde van $(1-\alpha)$ te groot, dan wordt de door het pre-detectiefilter geïntroduceerde intersymboolinterferentie over-gecompenseerd door het terugkoppelsig-
25 naal. Er is dan eveneens een correlatie aanwezig tussen het verschilsignaal $e(k)$ en het gereconstrueerde detectiesignaal. Bij een te grote waarde van $(1-\alpha)$ zal het uitgangssignaal van de vermenigvuldigingsschakeling 19 gemiddeld negatief zijn. Hierdoor zal het uitgangssignaal van de integrator afnemen totdat de correlatie tussen $e(k)$ en het gereconstrueerde detectiesignaal gelijk is aan nul.

30 Met behulp van de vermenigvuldigingsschakeling 15 wordt uit de gedetecteerde symbolen \hat{a}_k met behulp van het uitgangssignaal van de inverterende integrator 16 een gereconstrueerd detectiesignaal opgewekt. In de ideale situatie is de amplitude van het gereconstrueerde detectiesignaal gelijk aan de amplitude van het actuele detectiesig-

naal. Met behulp van de aftrekschakeling 18 wordt het verschil tussen het gereconstrueerd detectiesignaal en het actuele detectiesignaal bepaald. Met behulp van de vermenigvuldigingsschakeling 17 wordt het verschilsignaal $e(k)$ vermenigvuldigd met het detectiesignaal, zodat aan de uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling een foutsig-
5 naal beschikbaar is dat, ongeacht het teken van het detectiesignaal, een maat is voor het verschil van de amplitude van het gereconstrueerde detectiesignaal en het actuele detectiesignaal. Is de amplitude van het gereconstrueerde detectiesignaal te groot, dan is het uitgangssignaal van de vermenigvuldigingsschakeling 17 positief. Hierdoor zal het uitgangssignaal van de inverterende integrator 16 afnemen totdat de gemiddelde waarde
10 van het foutsignaal gelijk is aan nul. Is de amplitude van het gereconstrueerde detectiesignaal te klein, dan is het uitgangssignaal van de vermenigvuldigingsschakeling 17 negatief. Hierdoor zal het uitgangssignaal van de inverterende integrator 16 toenemen totdat de gemiddelde waarde van het foutsignaal gelijk is aan nul. Er wordt opgemerkt dat het ook mogelijk om in plaats van de regeling die uitgevoerd wordt met behulp van
15 de aftrekschakeling 18, de vermenigvuldigingsschakeling 17, de integrator 16 en de vermenigvuldigingsschakeling een AGC regeling toe te passen. Hierbij wordt de amplitude van het ingangssignaal van de aftrekschakeling 8 naar een gewenste waarde geregeld.

In de ontvanger volgens Fig. 8 wordt het ingangssignaal van de ontvanger
20 6 toegevoerd aan een eerste ingang van een aftrekschakeling 8 en aan een eerste ingang van een aftrekschakeling 44. De uitgang van de aftrekschakeling 44 is verbonden met een eerste ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 38. Aan een tweede ingang van de vermenigvuldigingsschakeling 38 wordt een constante γ toegevoerd. De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 38 is verbonden met een eerste deel-pre-detectiefilter
25 40. De uitgang van het eerste deel-pre-detectiefilter 40 is verbonden met een eerste ingang van een optelschakeling 42. De uitgang van de aftrekschakeling 8 is verbonden met een eerste ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 36. Aan een tweede ingang van de vermenigvuldigingsschakeling 36 wordt een constante $1-\gamma$ toegevoerd. De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 36 is verbonden met een tweede deel-pre-
30 detectiefilter 10. De uitgang van het tweede deel-pre-detectiefilter 10 is verbonden met een tweede ingang van de optelschakeling 42. De middelen 9 voor het bepalen van het detectiesignaal worden hier gevormd door de aftrekschakelingen 8 en 44, de vermenigvuldigingsschakelingen 36 en 38, de deel-pre-detectiefilters 10 en 40 en de

optelschakeling 42.

De uitgang van de optelschakeling 42 is verbonden met een ingang van de detector 12 en met een eerste ingang van een aftrekschakeling 18. De uitgang van de detector 12 is verbonden met een eerste ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 5 17, met een eerste ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 26, een ingang van een vertragingselement 27 en met de uitgang van de ontvanger 6. De uitgang van het vertragingselement 27 is verbonden met een ingang van een vertragingselement 32, met een ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 36, met een ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 28 en met een ingang van een vermenigvuldigingsschakeling 10 21.

De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 36 is verbonden met een tweede ingang van de aftrekschakeling 44. De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 21 is verbonden met een tweede ingang van de aftrekschakeling 8. De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 26 is verbonden met een tweede 15 ingang van de aftrekschakeling 18. De uitgang van de aftrekschakeling 18 met als uitgangssignaal $e(k)$ is verbonden met een tweede ingang van de vermenigvuldigingsschakeling 17 en met een tweede ingang van de vermenigvuldigingsschakeling 28. De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 17 is verbonden met een ingang van een inverterende integrator 24. De uitgang van de inverterende integrator 24 is verbonden 20 met een tweede ingang van de vermenigvuldigingsschakeling 26.

De uitgang van de vermenigvuldigingsschakeling 28 is verbonden met een ingang van een integrator 20. De uitgang van de integrator 20 is verbonden met een tweede ingang van de vermenigvuldigingsschakeling 21.

De ontvanger volgens Fig. 8 is ingericht voor een kanaal met een 25 zogenaamde Bipolaire overdracht. Voor de tijddiscrete impulsresponsie $q(k)$ van dit kanaal kan bij een bemonsterperiode die gelijk is aan het symboolinterval geschreven worden: $q(k) = \delta(k) - \delta(k-1)$, waarin $\delta(k)$ de Kronecker delta functie is. Indien het pre-detectiefilter een tweede orde laagdoorlaatkarakteristiek heeft, kan voor de tijddiscrete impulsresponsie van het pre-detectiefilter geschreven worden:

$$w(k) = \gamma(1-\alpha)^k + (1-\gamma)(1-\beta)^k \quad (10)$$

30 In (10) zijn α en β maten voor de twee tijdconstanten van het tweede orde laagdoorlaatfilter en is γ een constante groter dan 0 en kleiner dan 1. Voor de tijddiscrete

impulsresponsie van de combinatie van het kanaal en het pre-detectiefilter wordt dan gevonden:

$$q''(k) = \{\gamma(1-\alpha)^k + (1-\gamma)(1-\beta)^k\} \cdot U(k) - \{\gamma(1-\alpha)^{k-1} + (1-\gamma)(1-\beta)^{k-1}\} \cdot U(k-1) \quad (11)$$

Van de impulsresponsie volgens (11) moeten alle waarden voor $k > 0$ door de combinatie van de terugkoppelmiddelen en het pre-detectiefilter geëlimineerd worden.

- 5 De impulsresponsie van deze combinatie moet dan gelijk zijn aan:

$$h''(k) = \{\gamma(1-\alpha)^k + (1-\gamma)(1-\beta)^k - \gamma(1-\alpha)^{k-1} - (1-\gamma)(1-\beta)^{k-1}\} \cdot U(k-1) \quad (12)$$

(12) kan ook geschreven worden als:

$$h''(k) = -\gamma \cdot \alpha (1-\alpha)^{k-1} \cdot U(k-1) - (1-\gamma) \cdot \beta (1-\beta)^{k-1} \cdot U(k-1) \quad (13)$$

- Indien het tweede orde laagdoorlaatfilter wordt gerealiseerd met behulp van een parallelschakeling van een eerste laagdoorlaatfilter met een tijdconstante bepaald door α en een tweede laagdoorlaatfilter met een tijdconstante bepaald door β kan de impulsresponsie volgens (13) gerealiseerd worden door het toepassen van twee terugkoppelfilters. Hierbij wordt het uitgangssignaal van een eerste terugkoppelfilter van het ingangssignaal van het eerste laagdoorlaatfilter afgetrokken, en wordt het uitgangssignaal van het tweede terugkoppelfilter van het ingangssignaal van het tweede laagdoorlaatfilter afgetrokken. De impulsresponsie van het eerste terugkoppelfilter moet dan gelijk zijn aan $\alpha \cdot \delta(k-1)$, en de impulsresponsie van het tweede terugkoppelfilter moet dan gelijk zijn aan $\beta \cdot \delta(k-1)$.
- 10
- 15

Indien zowel de deel-pre-detectiefilters 10 en 40 als de terugkoppelfilters als digitale filters uitgevoerd zijn kunnen de waarden van α en β en γ op een vaste waarde ingesteld worden.

- 20 Indien de deel-pre-detectiefilters 10 en 40 als analoge filters worden uitgevoerd, kan het nodig zijn om de terugkoppelfilters als adaptieve filters uit te voeren, teneinde de onnauwkeurigheden van de waarden van α en β in de analoge deel-pre-detectiefilters 10 en 40 te kunnen compenseren. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat het deel-pre-detectiefilter 10 een relatief kleine tijdconstante heeft, en dat het deel-pre-
- 25 detectiefilter 40 een relatief grote tijdconstante heeft.

Voor de aanpassing van het terugkoppelfilter aan de actuele waarden van α en β wordt een verschilsignaal $e(k)$ bepaald dat een verschil tussen een gereconstrueerd detectiesignaal en het actuele detectiesignaal representeert. Met behulp van de vermenigvuldigingsschakeling 28 wordt de correlatiewaarde tussen de symboolwaarde $\hat{a}(k-1)$ en het verschilsignaal $e(k)$ bepaald. Deze correlatiewaarde is gelijk aan nul indien amplitude van het eerste terugkoppelsignaal correct is. Indien de correlatiewaarde afwijkt van nul wordt deze fout door de integrator 20 geïntegreerd, zodat de amplitude van het eerste terugkoppelsignaal in de juiste richting wordt aangepast.

Met behulp van de vermenigvuldigingsschakeling 30 wordt de correlatiewaarde tussen de symboolwaarde $\hat{a}(k-4)$ en het verschilsignaal $e(k)$ bepaald. Deze correlatiewaarde is gelijk aan nul indien amplitude van het tweede terugkoppelsignaal correct is. Indien de correlatiewaarde afwijkt van nul wordt deze fout door de integrator 20 geïntegreerd, zodat de amplitude van het eerste terugkoppelsignaal in de juiste richting wordt aangepast. Doordat het pre-detectiefilter 40 een relatief grote tijdconstante heeft zal de bijdrage van het symbool $\hat{a}(k-4)$ aan het verschilsignaal $e(k)$ voornamelijk bepaald worden door de afwijking van de amplitude van het tweede terugkoppelsignaal. Door nu de correlatiewaarde van het verschilsignaal $e(k)$ en de symboolwaarde $\hat{a}(k)$ te bepalen en met behulp van de integrator 34 aan de hand van deze correlatiewaarde de amplitude van het tweede terugkoppelsignaal aan te passen wordt de correcte waarde van de amplitude van het terugkoppelsignaal verkregen zonder dat de bepaling hiervan verstoord wordt door het eerste terugkoppelsignaal. Ook heeft het tweede terugkoppelsignaal geen invloed op de bepaling van de amplitude van het eerste terugkoppelsignaal. Voorwaarde hiervoor is dat de tijdconstanten van beide filters voldoende ver uit elkaar liggen. Het regelsysteem bestaande uit de vermenigvuldigingsschakelingen 17 en 26, de aftrekschakeling 18 en de integrator 24 zorgen dat de gemiddelde amplitude van het gereconstrueerde detectiesignaal gelijk blijft aan de gemiddelde amplitude van het detectiesignaal. Dit regelcircuit is identiek aan dat van de ontvanger volgens Fig. 7.

In de ontvangers volgens Fig. 7 en Fig. 8 zijn de pre-detectiefilters niet adaptief uitgevoerd. Het uiteraard mogelijk om de pre-detectiefilters adaptief uit te voeren om de ontvanger te kunnen aanpassen aan de eigenschappen van de ruiscomponent en/of de overdrachtsfunctie van het kanaal. Deze adaptiviteit kan bijvoorbeeld gebaseerd worden op het LMS criterium of het zogenaamde "zero-forcing" criterium. De implementatie van deze adaptiviteit kan gebaseerd zijn op het verschilsignaal $e(k)$ of

het verschilsignaal $e(k)$.

Er wordt opgemerkt dat de ontvanger volledig in hardware geïmplementeerd kan worden, maar het is ook mogelijk dat de ontvanger geheel of gedeeltelijk in een signaalprocessor gerealiseerd wordt. Hierbij wordt deze signaalprocessor door
5 geschikte software gestuurd.

CONCLUSIES

1. Transmissiesysteem omvattende een zender voor het toevoeren van een digitale symbolen representerend signaal aan een kanaal, welk transmissiesysteem is voorzien van een ontvanger voor het ontvangen van een uitgangssignaal van het kanaal, welke ontvanger is voorzien van middelen voor het bepalen van een detectiesignaal uit
5 een combinatie van een hulpsignaal afgeleid uit het ingangssignaal van de ontvanger en een terugkoppelsignaal, van een detector voor het bepalen van gedetecteerde symboolwaarden uit het detectiesignaal en van terugkoppelmiddelen voor het bepalen van het terugkoppelsignaal uit de gedetecteerde symboolwaarden, met het kenmerk dat de middelen voor het bepalen van het detectiesignaal voorzien zijn van een pre-detectie-
10 filter voor het afleiden van het detectiesignaal uit de combinatie van het hulpsignaal en het terugkoppelsignaal.
2. Transmissiesysteem volgens conclusie 1, met het kenmerk dat het pre-detectiefilter een analoog filter omvat.
3. Transmissiesysteem volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk dat het
15 pre-detectiefilter een filter met een vaste overdrachtsfunctie omvat.
4. Transmissiesysteem volgens een der conclusies 1,2 of 3, met het kenmerk dat de terugkoppelmiddelen een terugkoppelfilter omvatten.
5. Transmissiesysteem volgens conclusie 4, met het kenmerk dat het terugkoppelfilter een adaptief filter omvat.
- 20 6. Transmissiesysteem volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk dat de terugkoppelmiddelen zijn ingericht voor het leveren van tenminste twee terugkoppelsignalen, dat de middelen voor het bepalen van het detectiesignaal tenminste twee parallele takken omvatten, waarbij ieder der takken is ingericht voor het combineren van het hulpsignaal en een der terugkoppelsignalen, dat ieder der takken is
25 voorzien van een deel-pre-detectiefilter voor het filteren van de combinatie van het hulpsignaal en het betreffende terugkoppelsignaal, en dat de middelen voor het bepalen van het detectiesignaal voorzien zijn van combinatiemiddelen voor het combineren van de uitgangssignalen van de takken tot het detectiesignaal.
7. Ontvanger voor het ontvangen van een digitale symbolen representerend
30 signaal van een kanaal, welke ontvanger is voorzien van middelen voor het bepalen van een detectiesignaal uit een combinatie van een hulpsignaal afgeleid uit een ingangssignaal van de ontvanger en een terugkoppelsignaal, van een detector voor het bepalen van

- gedetecteerde symboolwaarden uit het detectiesignaal en van terugkoppelmiddelen voor het bepalen van het terugkoppelsignaal uit de gedetecteerde symboolwaarden, met het kenmerk dat de middelen voor het bepalen van het detectiesignaal voorzien zijn van een pre-detectiefilter voor het filteren van de combinatie van het hulpsignaal en het terug-
- 5 koppelsignaal.
8. Ontvanger volgens conclusie 6, met het kenmerk dat het pre-detectiefilter een analoog filter omvat.

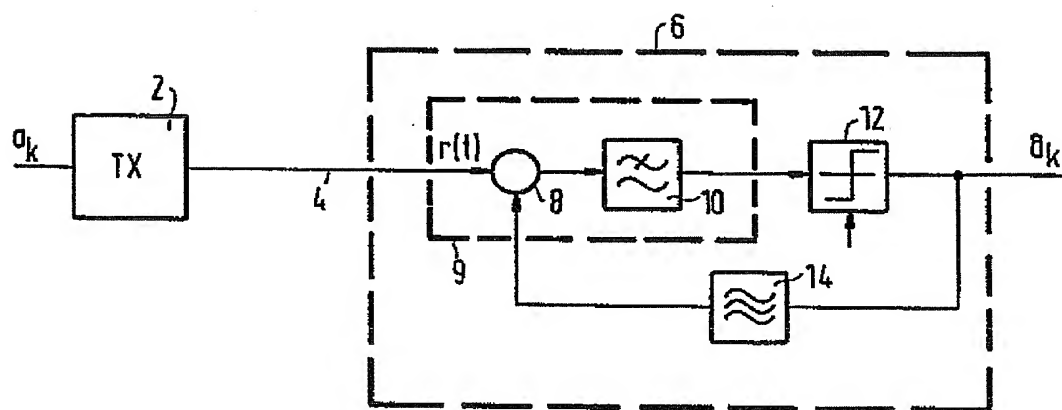


FIG. 1

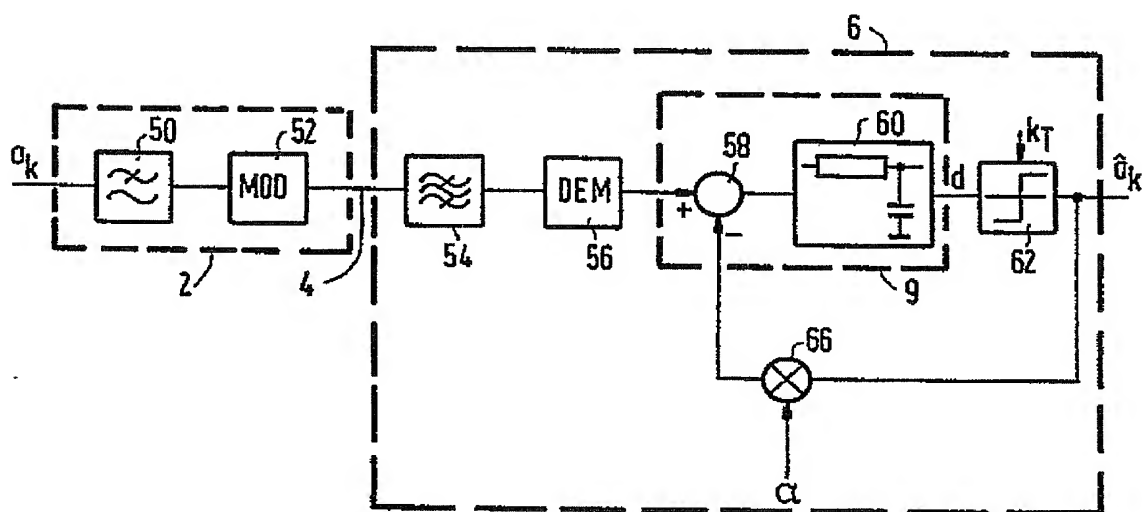


FIG. 2

2/320

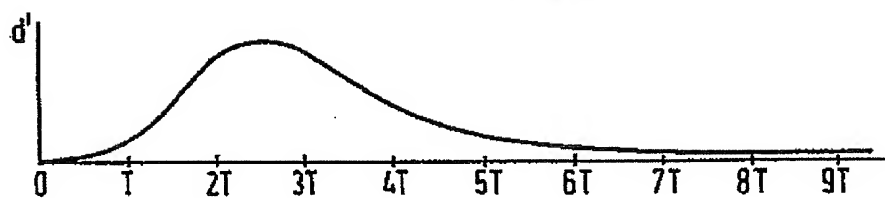


FIG. 3

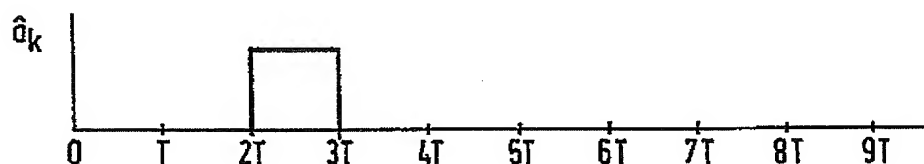


FIG. 4

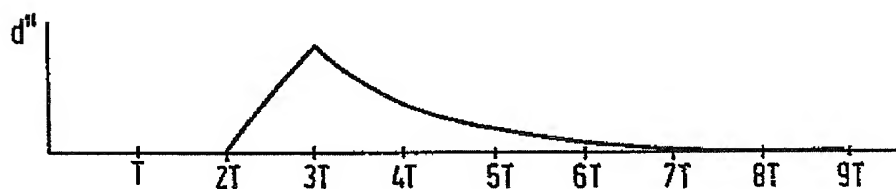


FIG. 5

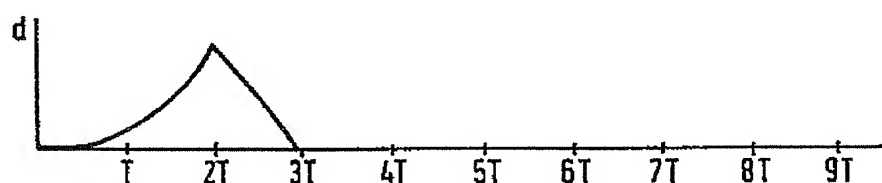


FIG. 6

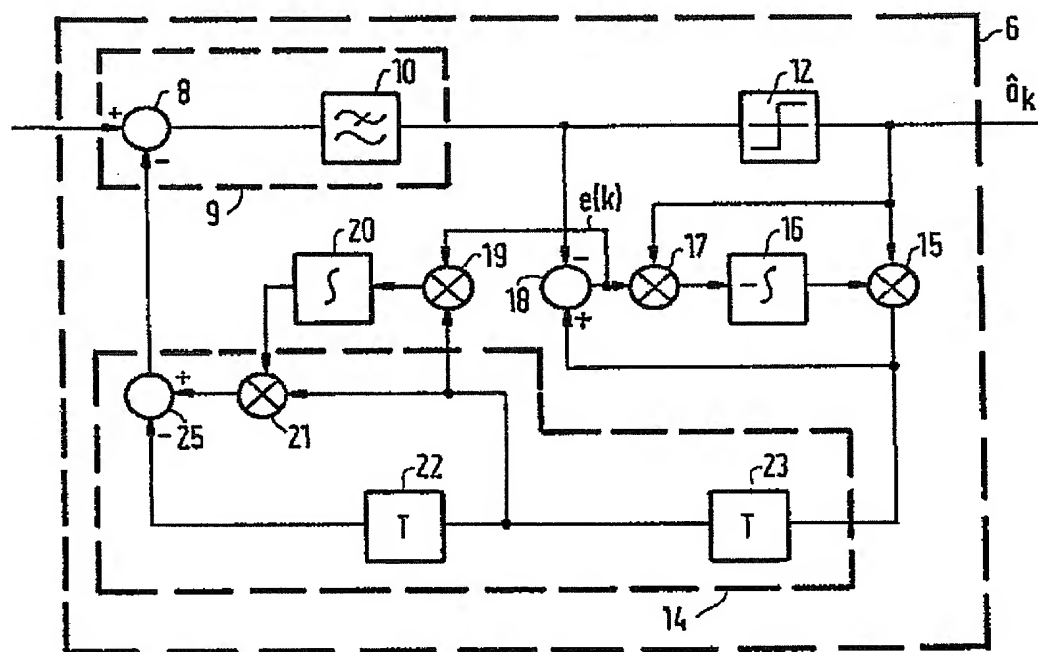


FIG. 7

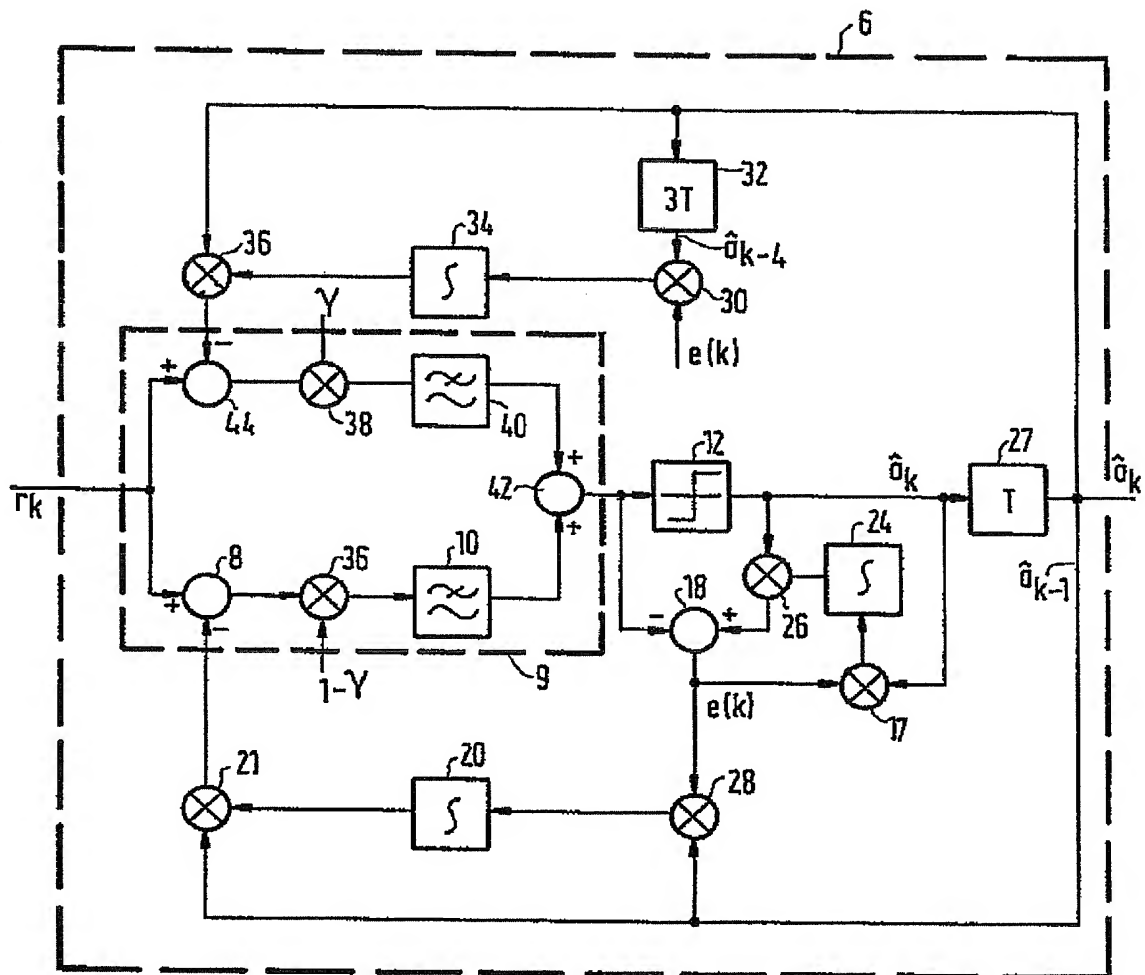


FIG. 8

SAMENWERKINGSVERDRAG INZAKE OCTROOIEN

Verslag betreffende het onderzoek van het internationale type
opgesteld krachtens artikel 21 § 9 van de Belgische wet op de
uitvindingsoctrooien van 28 maart 1984

IDENTIFIKATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE		KENMERK VAN DE AANVRAGER OF GEMACHTIGDE PHN 14.537 BE	
Belgische nationale aanvraag nr. 9300970		Datum van indiening 16 september 1993	
		Ingeroepen voorrangsdatum	
Aanvrager (Naam) PHILIPS ELECTRONICS N.V.			
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type 21 januari 1994		Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek (ISA) aan het ver- zoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 22883 BE	
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)			
Volgens de internationale octrooi classificatie (CIB) of terzelfdertijd volgens de nationale classificatie en de CIB Int.Cl.5: H 04 L 25/03			
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK			
Onderzochte minimum documentatie			
Classificatiesysteem		Classificatiesymbolen	
Int.Cl.5:		H 04 L	
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen			
III. <input type="checkbox"/> MEN IS VAN GORDEEL DAT BEPAALDE CONCLUSIES NIET HET ONDERWERP KONDEN UITMAKEN VAN EEN ONDERZOEK (Opmerkingen op aanvullingsblad)			
IV. <input type="checkbox"/> GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING EN/OF VASTSTELLING BETREFFENDE DE OMVANG VAN HET ONDERZOEK (Opmerkingen op aanvullingsblad)			

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

BE 9300970

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
IPC 5 H04L25/03

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHE TE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)

IPC 5 H04L

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het internationaal nieuwheidsonderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gekrukte trefwoorden)

C. VAN BELANG GEACHTTE DOCUMENTEN

Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
A	NTZ ARCHIV, deel 8, nr. 2, Februari 1986, BERLIN DE bladzijden 35 - 38 DIPPOLD & BIEBL 'Realisierungsgrenzen der entscheidungsabhängigen Impulsentzerrung für hohe Bitraten' zie figuren 1-3 zie bladzijde 35, linker kolom, alinea 3 zie bladzijde 35, rechter kolom, alinea 3 - bladzijde 26, linker kolom, alinea 1	1-5
A	US, A, 4 864 590 (ARNON ET AL.) 5 September 1989 zie samenvatting; figuur 2	1-5

☐ Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

☒ Ieden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

* Speciale categorieën van aangehaalde documenten

"A" document dat de algemene stand van de techniek weergeeft,
maar niet beschouwd wordt als zijnde van bijzonder belang

"E" eerder document, maar gepubliceerd op de datum van
indiening of daarna

"I" document dat het beroep op een recht van voorrang aan twijfel
onderhevig maakt of dat aangehaald wordt om de publicatiedatum
van een andere aanhaling vast te stellen of om een andere reden
zvals aangegeven

"O" document dat betrekking heeft op een mondelinge uiteenzetting,
een gebruik, een tentoonstelling of een ander middel

"P" document gepubliceerd voor de datum van indiening
maar na de ingeroepen datum van voorrang

"T" later document, gepubliceerd na de datum van indiening
of datum van voorrang en niet in strijd met de aanvraag, maar
aangehaald ter verduidelijking van het principe of de theorie
die aan de uitvinding ten grondslag ligt

"X" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende
rechten worden aangevraagd kan niet als nieuw worden beschouwd
of kan niet worden beschouwd op inventiviteit te berusten

"Y" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende
rechten worden aangevraagd kan niet worden beschouwd als inventief
wanneer het document beschouwd wordt in combinatie met één
of meerdere soortgelijke documenten, en deze combinatie voor een
deskundige voor de hand ligt

"&" document dat deel uitmaakt van dezelfde octrooifamilie

Datum waarop het nieuwheidsonderzoek van internationaal type werd voltooid

25 Mei 1994

Verzenddatum van het rapport van het nieuwheidsonderzoek van
internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

De bevestigde ambtenaar

Scriven, P

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

BE 9300970

In het rapport genoemd octrooigecrschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) gecschrift(en)	Datum van publicatie
US-A-4864590	05-09-89	CA-A- 1272529	07-08-90